Gedruckt mit Unterstützung aus dem Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Geologie und Petrographie der Koralpe III
Die »Steinöfen« des Koralpengebietes

Von

Dr. Alois Kieslinger

(Mit 2 Textfiguren)

(Vorgelegt in der Sitzung am 10. März 1927)

Vorbemerkung. In Fortsetzung der bisherigen Aufnahmsarbeiten im Koralpengebiet (Lit. 18 bis 24) wird hier eine morphologische Einzelfrage einer genaueren Untersuchung unterzogen.

Einführung.

Beim Durchwandern der Koralpe bietet der Gegensatz verschieden gearteter und verschieden alter Landschaftsformen einen besonderen Reiz. Im wesentlichen herrschen alte Verebnungsflächen (jungmiozän bis pliozän) vor, aus denen verhältnismäßig kleine Flächenstücke durch einen jüngeren, stark belebten Erosionsangriff herausgeschnitten sind. Diese Belebung der Erosion erfolgte besonders durch zwei Vorgänge, nämlich einerseits durch den tektonisch bedingten Rückzug der tertiären Wasserflächen und der dadurch erzeugten Tieferlegung der Erosionsbasis, anderseits durch eine junge ungleichmäßige Hebung des Koralpenblockes in bezug auf seine Umgebung, die zuerst von A. Winkler (25) festgestellt wurde und über die ich eine genauere Studie an Hand der Veränderungen des Flußnetzes gebracht habe (18). Es ist hier nicht der Platz, auf diese Dinge näher einzugehen. Naturgemäß haben sich durch den jungen Erosionsstoß steilwandige Schluchten mit Felswänden und Kanzeln gebildet, schmale Rinnen romantischer Hochgebirgsformen inmitten der weiten, eintönigen Mittelgebirgslandschaft.

Und doch haben auch die alten Flächen zwei Gruppen mit gesteigerter Formenergie, das sind einerseits die eiszeitlichen Formen im Gipfelgebiet, anderseits jene zahlreichen vereinzelten Felsgruppen, von metergroßen Blöcken bis zu Mauern von einigen hundert Metern Länge, die im folgenden genauer beschrieben werden sollen. Sie werden von den Gebirgsbewohnern als »Steinöfen« bezeichnet und spielen durch ihre auffallende Form eine große Rolle im Anschauungsbereich der Bergbauern. Der Geologe erkennt sie rasch als Erosionsreste, doch zeigt eine genauere Betrachtung, daß die Entstehung dieser Gebilde durchaus nicht so einfach zu erklären ist und dies mag eine ausführliche Besprechung rechtfertigen.

Begriffsfassung.

Unter »Steinöfen« verstehe ich jene größeren Felsgruppen, die vereinzelt aus sonst ziemlich blockfreien Flächen herausragen und

die noch anstehend sind, d. h. noch im ursprünglichen Gesteinsverband mit dem Untergrund, im Gegensatz zu großen erratischen Blöcken usw. Wo solche Steinöfen auf stärker geneigten Flächen stehen, ist deutlich ersichtlich, daß sie nur eine Weiterentwicklung von Felskanzeln sind. Das unterscheidende Merkmal liegt also in der allseitig freien Lage. Das Volk gebraucht übrigens den Ausdruck »Ofen« in einem viel weiteren Umfange. Es werden auch Felskanzeln und größere auffallende Wände als Öfen bezeichnet, z. B. der (durch eine lateinische Inschrift) berühmte Spitzelofen.

Verbreitung.

Das Vorkommen der Steinöfen ist bedingt: 1. durch die Morphologie der Unterlage und die Höhenlage; 2. durch die Art und Lage des Muttergesteins; 3. durch die Einflüsse und Richtungen der außenbürtigen Kräfte und 4. durch diejenigen Umstände, welche die modellierenden Kräfte hemmen.

1. Alle Steinöfen liegen auf jungtertiären Verebnungen und fehlen auf den Hängen des jüngeren Erosionszyklus. Damit ergibt sich eine Höhenlage von rund 950 *m* bis in das Gipfelgebiet mit 2100 *m*. Die Hauptverbreitung liegt im Gebiet der Almen (die in der Koralpe jedoch bis tief unter die natürliche Waldgrenze reichen, also bis etwa 1400 *m* herunter). In den tieferen Teilen treten die Steinöfen an Zahl zurück, meiner Meinung nach weniger ursprünglich, als weil sie dort rascher zerstört werden.

Ich möchte aus der Lage auf so alten Flächen natürlich nicht gleich ein so hohes Alter unserer Felsbildungen behaupten, obwohl viele Umstände auf eine sehr lange Entwicklungszeit, bis in die Eiszeit zurück, deuten. Das Wesentliche ist, daß diese alten Flächen ein Gebiet ungestörter Entwicklung vorstellen. Im Raume der jungen Erosionsrinnen werden wohl von den abtragenden Kräften sehr rasch Felskanzeln und auch Felsöfen herausgearbeitet, sie werden aber ebenso rasch wieder zerstört (vor allem durch die Steilheit der Hänge, wie ich in der Beschreibung tektonischer Höhlenbildungen aus diesem Gebiete genauer ausgeführt habe [19]). Die Höhenlage steigert auch die später zu besprechende Windwirkung.

2. Die Felsöfen sind an besonders widerstandsfähige, langsam verwitternde Gesteine gebunden. Wo an einem Hang eine Gruppe von Öfen auftritt, sieht man deutlich, daß die einzelnen Blöcke Reste einer besonders widerstandsfähigen Bank sind.

Gesteine mit einem allseitig gleichen Gefüge sind in unserem Gebiete solchen mit Plattengefüge gegenüber im Nachteil, weil sie bei der Verwitterung rascher absanden und weniger die Fähigkeit haben, große Blöcke zu bilden. In dieser Bevorzugung plattiger Gesteine gegenüber den allseitig verwitternden liegt ein wichtiger Unterschied zwischen unserem Gebiete und jenem der sächsisch-böhmischen Kreideplatte oder den westdeutschen Buntsandsteinlandschaften, die ich später zum Vergleich heranziehen werde.

Allseitig gleichgefügte Gesteine sind in der Koralpe nur Eklogit und Pegmatit. Der erstere, genauer Eklogitamphibolit, besteht aus schönen Körnern von Granat, Pyroxen, Hornblende, Quarz, nur die Leisten von Zoisit bringen eine Art Parallelgefüge hervor, das aber mechanisch (beim Bruch usw.) wenig in Erscheinung tritt. Ich kenne bisher nur zwei wirkliche Steinöfen von Eklogit (neben zahlreichen Mauern und Felskanzeln), das ist der »Waldpeterofen« auf der Schwaig in zirka 1240 *m* Höhe und der auffallende Turm am Südhang des Klementkogels (Punkt 1437) am Kammweg von der Packalm zur Hebalm. Sonst bildet der Eklogit nur große Mauern mit wirrem Blockwerk, am besten entwickelt etwa am Gradischkogel (Punkt 1384) oder im »Steinach«, dem großen Eklogitgebiet östlich Kleinalpe (Punkt 1763). Natürlich ist es stellenweise Geschmackssache, ob man die eine oder andere dieser Gruppen auch zu den Öfen zählen will; im allgemeinen sehen sie anders aus und auch die unten beschriebenen Lochbildungen fehlen immer im Eklogit.

Das zweite allseitig gleichgefügte Gestein, gleichzeitig überhaupt das widerstandsfähigste unseres Gebietes, sind die Pegmatite. Auch die Pegmatitgneise, aus jenen hervorgegangen, sind so unvollkommen geschiefert, daß sie hieher gerechnet werden können. Wo diese Pegmatitgneise in schmäleren Lagen im Gestein auftreten, haben sie eine stark versteifende Wirkung, wie man bei den Felsgruppen der Brandl (Punkt 1448) so schön beobachten kann. Wo sie aber in größeren Mengen auftreten, bilden sie nur wüste Blockhaufen. Das hat seinen Grund darin, daß in diesem zähen Gestein die Klüfte, die ja — wie wir unten sehen werden — die Vorbedingung zur Entstehung von Öfen sind, nicht recht zur Ausbildung gekommen sind. Solche Blockhaufen sind z. B. am großen Speikkogl (Punkt 2141) zu beobachten, der unter einer Gneiskappe ein mächtiges Lager von Pegmatitgneis aufweist. Gelegentlich wittern Pegmatite als Mauern heraus, so z. B. im oberen Puchergraben (der südlich des Kammes Zigeunerkogel, Punkt 1445, Alte Hütte, Punkt 1164, Jagerseppl in den Krumbachgraben führt), aber solche seltene Gebilde spielen keine Rolle im allgemeinen Landschaftsbild.

Das Gestein, welches alle Öfen aufbaut, sind die Plattengneise. Die Verbundenheit jener Form mit diesem Gestein ist so innig, daß man schon aus der topographischen Karte die Verbreitung dieser Gneise angeben kann.

Die Plattengneise (Hirscheggergneise in den Arbeiten von Angel und Heritsch) haben ihr vorzügliches Kennzeichen in dem Wechsel dünner Lagen einer Art Granatglimmerschiefer und eines Pegmatitgneises (Fig. 3). Die Lagen haben eine Dicke von meist nur wenigen Millimetern, doch schalten sich gelegentlich stärker mit Pegmatit durchtränkte Bänke ein, die dann widerstandsfähiger sind und natürlich herauswittern. Die Entstehung dieser Lagen ist für unsere Untersuchung belanglos und wird hier nicht weiter besprochen. Das Wesentliche für uns ist, daß diese Gesteine in den Richtungen normal auf ihre Schichtblätter schwer angreifbar sind, gleichlaufend

zu ihnen aber ungleich leichter, da alle zerstörenden Kräfte leicht zwischen die verschiedenen Schichten eindringen können, sie verschieden stark zerstören und dadurch die Oberfläche der »Erosionsfront« vergrößern.

Sehr wichtig ist die Lage der Schichten in bezug auf die des Hanges. Ich habe immer wieder beobachtet, daß die Öfen dort auftreten, wo die Schichten widersinnig zum Gehänge einfallen und daß sie dort fehlen oder doch an Zahl und Größe wesentlich zurücktreten, wo Gestein und Hang gleichsinnig einfallen. Sehr deutlich ist diese Erscheinung z. B. in der nördlichen Wiel, in den flachen Tälchen südlich Gehöft Kochensimon (am Nordrand des Blattes Unterdrauburg) zu sehen. Alle die Teiltälchen dieses Kessels tragen auf der Westseite Öfen, auf der Ostseite sind sie glatt. Die Erklärung ist sehr einfach: Wo die Platten gleichsinnig mit dem Gehänge einfallen, tritt ein Abgleiten ein und es können sich keine größeren Öfen halten (vgl. meine Arbeit 19 mit den Abbildungen).

3. Eine große Rolle spielt die Wetterseite. Als Hauptregenwinde für das Grenzgebiet von Kärnten und Steiermark kommen nach den Untersuchungen von P. Deutsch (4) Nordwest- und Westwinde in Betracht. Für die Insolation ist nach W. Lozinski (16) natürlich die Südseite die »Wetterseite«. Tatsächlich finden sich jene unten zu besprechenden Löcher und Rinnen, von denen ich mindestens die ersteren für Windbildungen halte, besonders auf der Nordwest-, West- und Südwestseite, während die nicht seltene Abschuppung im großen und ganzen auf die Sonnseite beschränkt ist. In den engen Kluftgassen, die ich unten beschreibe, wird natürlich die Richtung des Windes abgelenkt. Die Hauptkluftschar, die das Kerngebiet der Koralpe durchzieht, hat die Richtung SW—NO und steht senkrecht. Diese Klüfte verlaufen also normal auf das Hauptstreichen NW—SO. Es sind tektonische Druckklüfte, an denen nur stellenweise unbedeutende Verschiebungen stattgefunden haben.

4. Hemmende Einflüsse bietet vor allem die Pflanzendecke. Das Dach der Steinöfen ist oft durch eine Grasdecke geschützt, auf der auch Bäume stehen können (Fig. 1), benachbarte Bäume hindern die Kraft der Stürme. Trotzdem finden sich auch an solchen Öfen, die heute mitten im Walde stehen, ähnliche Ausnagungsformen wie an den ungeschützten Stellen. Diese Löcher sind dann aber erfüllt von Flechten und Moosen, der Ausnagung ist also ein Ende gesetzt, und wir kommen ähnlich E. Obst (11) zu dem Schluß, die löcherigen Verwitterungsformen müssen sich zu einer Zeit gebildet haben, in der noch kein Pflanzenwuchs diese Stellen geschützt hat. Die Ostseite, für fast alle Winde die Leeseite, ist sehr arm an Verwitterungsformen. Wo eine vorwiegend feuchte Verwitterung stattfindet, geht die Zerstörung der Gesteine so rasch vor sich, daß sich Öfen nicht gut halten können. Darum sind sie in den tieferen Teilen des Gebirges, die sich beträchtlich von den dürren Almheiden unterscheiden, so selten. Auch wo die

Verwitterung aus anderen Gründen besonders rasch arbeitet, z. B. an den stärkst ausgesetzten Stellen des Gipfelgebietes, finden sich keine großen Öfen. Beispiel: der Kamm zwischen dem großen Kar und dem Seekar.

Die Großformen. Beschreibung und Erklärungsversuch.

Um Wiederholungen zu vermeiden, bin ich gezwungen, objektive Beschreibung und subjektive Deutung in diesem Abschnitt zu vereinigen. Der leitende Gedanke ist der, daß die Felsöfen geologisch nichts anderes sind als die herausgewitterten Köpfe härterer Bänke. Zu dieser Selbstverständlichkeit tritt aber die heikle Frage, warum im Streichen innerhalb einer Bank gewisse Teile erhalten, andere zerstört sind. Von einem Festigkeitsunterschied der Plattengneise innerhalb einer und derselben Bank kann nach meinen Beobachtungen keine Rede sein. Gerade diese Gneise sind — wie kein anderes Gestein der Koralpe — auf lange Strecken hin ganz einheitlich gebaut. Konkretionen oder ähnliche Unregelmäßigkeiten, wie sie für die Verwitterung von Sandsteinen so bedeutungsvoll sind, fehlen. Die Grenzen zwischen den benachbarten Großblöcken sind ziemlich scharf, entsprechen sie doch tektonischen Klüften. Der Gedanke, daß gerade zwischen zwei solchen Klüften, die doch viel jünger sind als das eigentliche Gestein, sich ein etwa würfelförmiger Gesteinsklotz von abweichender petrographischer Beschaffenheit finden sollte, ist ganz widersinnig.

Die Ausgangsform wohl der meisten Öfen ist also eine mehr oder minder lange (bis zu einigen hundert Metern Länge) Mauer. Es lassen sich an den zahlreichen Felsgruppen meines Arbeitsgebietes alle Entwicklungsstufen, die am einzelnen Block nacheinander auftreten, nebeneinander beobachten. Eines der lehrreichsten Vorkommen ist die Gruppe auf der Koggellochwiese, am Südhang der Kleinalpe. Sie ist in Fig. 1 etwas vereinfacht und schematisiert wiedergegeben. Die einheitlichen Mauern erscheinen gekerbt durch Klüfte, die in einer durchschnittlichen Entfernung von 1 bis 2 *m* das Gestein durchsetzen. Diese Klüfte sind Wege des einsickernden Wassers, das im Anfang, solange die Kluft noch sehr schmal ist, auch kapillar längere Zeit stehenbleibt. Durch die verschiedenen Wirkungen der Verwitterung, als Lösung, Spaltenfrost usw., die ich als bekannt voraussetze, werden relativ rasch tiefe Rinnen ausgenagt. Der Wind hebt allen Verwitterungssand ab, und so werden immer neue Stellen der Abtragung ausgesetzt. Die Rinnen sammeln das Sickerwasser der Nachbarschaft und vertiefen sich immer rascher, während das Nebengestein, die Hauptmasse des Blockes, ziemlich verschont bleibt. So wird die Mauer an mehreren Stellen durchgesägt (Fig. 1, *b*—*d*). Wo einer der äußeren Blöcke durch seitliche Ausnagung unterschrämt ist, kann er, wahrscheinlich durch Mitwirkung des Spaltenfrostes, ganz abbrechen, wodurch die Kluft plötzlich erweitert wird (Fig. 1, *e*). Aber auch ohne Abbrechen entstehen mit

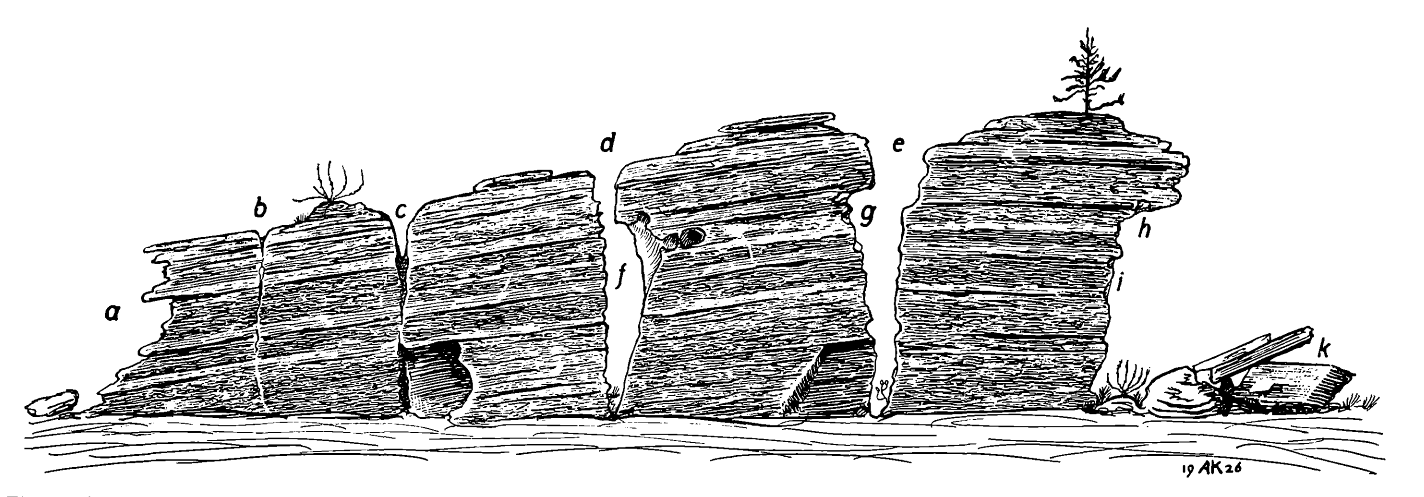


Fig. 1. Etwas schematisierte Darstellung einer Felsmauer, die von links nach rechts die einzelnen Entwicklungsstufen der Ofenbildung zeigt. An vier Stellen, bei *f*, *g*, *h* und *i*, zeigt die Zeichnung nicht die Vorderansicht, sondern einen Querschnitt. Die Schichten fallen in die Richtung hinter die Bildebene ein.

a seitliches Herauswittern der härteren Lagen.

b, *c*, *d*, *e* fortschreitende Stufen der Durchschneidung. Der Block rechts von *e* hat sich aus dem Verbande gelöst und ist etwas abgesunken.

f, *g* Windlöcher im Durchschnitt. Die Stelle *f* entspricht etwa der Ansicht Fig. 2.

h, *i* im Entstehen begriffene seichte Windlöcher.

k frisch abgebrochene, noch scharfkantige Blöcke, links ein älterer, der schon gerundet ist.

der Zeit breite Kluftgassen (Fig. 1, *d, f*). Sobald einmal der Durchbruch erfolgt ist, verdichtet sich die Zerstörung jeder Art an diesen Stellen, die massigen Blöcke dazwischen verbleiben ziemlich unversehrt. Man muß einmal in einer solchen Kluftgasse bei Sturm gestanden sein, um sich vorstellen zu können, mit welcher Wucht der Wind (gelegentlich beladen mit Staub und Sand, den die dürren Almgräser ja nicht besonders zurückhalten, oder mit Regentropfen) durch diese engen Gänge pfeift. Durch die Unregelmäßigkeiten der Kluftwände entstehen Luftwirbel (die ich selbst leider nicht genau beobachten konnte), denen ich die unten zu beschreibenden Auskolkungen zuschreibe (allerdings weniger den heutigen Stürmen als den viel heftigeren und auch staubreicheren des diluvialen Steppenklimas; darüber später).

Das Wesentliche an diesem Vorgang ist, daß, sobald einmal der Durchbruch erfolgt ist, sich die Erosion (jeder Art) auf diese Einschnitte konzentriert und dadurch die andern Teile der Felsen im Verhältnis verschont bleiben. Nur eine solche ungleichmäßige Erosion führt zur Vereinzelung großer Blöcke.

Oft nun steht eine solche Gruppe von Klüften enger nebeneinander. Die Folge ist eine viel raschere Zerstörung, es entsteht eine weite Bresche in der Mauer.

Eine einfache Überlegung sagt uns, daß die Oberfläche eines Blockes durch Einschneiden von wenigen Klüften vervielfacht wird. Wird sie aber n mal so groß, so wird die Zeit, die zur Zerstörung der ganzen Masse nötig ist $t = \frac{1}{n}$ im Vergleich zur Aufarbeitungszeit eines gleich großen massigen Blockes. (In Wirklichkeit sogar noch kürzer, weil ja die verstärkende Wirkung der Kanten und Ecken hinzukommt, also $\frac{1}{n+x}$.)

Sobald einzelne Bruchstücke auf dem Erdboden liegen (Fig. 1, *k*), ist ihr Schicksal besiegelt. Die Bodenfeuchtigkeit steigt aus dem Humus auf, der Schnee bedeckt die Trümmer lange, der Frost zerlegt die kleinen Blöcke rasch, während er den größeren viel weniger anhaben kann, die Gesamtoberfläche der ganzen Trümmermenge steigt in geometrischer Progression, und in kurzer Zeit ist alles als feiner Sand in der Almheide verschwunden oder weit weggeblasen, während unmittelbar daneben noch hohe Felsen aufragen.

Diese ungleichmäßig beschleunigte Verwitterung, an einzelnen Stellen durch »zufällige« Umstände ausgelöst, die sich dann zwangläufig immer stärker trennt in eine langsame Verwitterung der großen Blöcke und in eine immer raschere der kleinen, ist die Lösung unseres Problems.

Kleinformen und ihre Entstehung.

Ich will vorausschicken, daß viele der Kleinformen eine große Ähnlichkeit mit solchen der Wüstenverwitterung aufweisen, sowohl der »echten« tropischen als auch der »periglazialen« (Lożinski).

Der Vergleich ähnlicher Verwitterungsformen, z. B. der sächsisch-böhmischen Kreideplatte mit Wüstenformen ist oft besprochen worden (Lit. 6 bis 17 nur eine kleine Auswahl!). Er ist recht brauchbar, solange er nicht maßlos übertrieben wird und allzu weitgehende Analogieschlüsse gezogen werden.

Am auffallendsten an unseren Felsöfen sind die »Windlöcher«, wie ich sie, vorgreifend meiner Erklärung, gleich jetzt nennen will. In den oben beschriebenen Kluftgassen und an ähnlich räumlich beengten Stellen, mit besonderer Vorliebe an der Innenkante vorspringender Überhänge (Fig. 1, *f, g, h*), treten eigentümliche Lochbildungen auf. Es sind kugelige bis unregelmäßig rundliche Hohlräume, die je nach dem Anschnitt der Felsoberfläche ein verschiedenes Bild zeigen (Fig. 1, 2). Oft ist ein schmales Loch von einigen Zentimetern Durchmesser der Eingang zu einem kopfgroßen Hohlraum. Die Kanten gegen die Außenwand sind nicht besonders gerundet. Oft sind viele solche Löcher benachbart, wie die Luftblasen in einem Käse, und durchdringen sich gegenseitig, so daß nur schmale Säulchen dazwischen bestehen bleiben. Die Größe schwankt von Faustdicke bis zu Kugeln von etwa 25 *cm* Durchmesser.

Oft gehören alle Löcher eines Blockes einer weniger mit Pegmatit durchtränkten, also weicheren Lage an. Ebensooft sind sie ganz regellos über eine Wand verteilt. Neben solchen »fertigen« tiefen Löchern finden sich an manchen Wänden faustgroße, halbkugelige Aushöhlungen: »Jugendformen« (Fig. 1, *i*).

Wo eine größere Zahl von Löchern sich schart, entsteht der Eindruck eines winzigen Karsthöhlensystems (Fig. 2). Aber alle diese Höhlen enden blind gegen innen und oben und stehen in keinem erkennbaren Zusammenhang mit irgendwelchen Spalten u. dgl. Natürlich kann aber eine durch solche Löcher unterhöhlte Ofenwand Frostspalten entwickeln, die die Höhlen als Schwächezonen des Gesteins benützen.

Sie wurden ausnahmslos trocken und leer befunden, enthalten keine Spur von Verwitterungssand u. dgl. Wie oben erwähnt, können sich im Schutze benachbarter Bäume in den Löchern Flechten und Moose ansiedeln, ein deutliches Ende, keine Ursache der Eintiefung. Die Wände sind immer frisch und rein und zahlreiche untersuchte Stellen haben mit einer einzigen Ausnahme, wo an einer sekundären Spalte in ein Loch ein Überzug von Tonerdehydrat eingedrungen war, keinerlei Sinterkruste gezeigt. Auch Verfärbungen oder ähnliche Anzeichen, daß etwa pyritreiche Knollen (die mir aus Plattengneisen bisher überhaupt nicht bekannt sind) oder andere ähnliche Stoffe ausgewittert wären, fehlen.

Die rundlichen weichen Formen deuten darauf hin, daß eine drehende, wirbelnde Bewegung sie erzeugt hat (Fig. 2). Am ehesten möchte man an die Wirkung des fließenden Wassers denken, aber es fehlen ja zusammenhängende Erosionskanäle und die Löcher enden nach jeder Richtung blind, mit einziger Ausnahme der Wandöffnung. Auch eine Wirkung von Wasser, das etwa früher in den

Klüften, auf die ja die Löcher münden, geflossen sein mochte, ist unmöglich, weil ja die Löcher innen im Fels oft weit nach oben gehen (Fig. 3). Es fehlen übrigens auch die Wassermengen, die zu solchen Bildungen nötig wären. Nur die ganz großen, oben mit Erde bedeckten Öfen führen etwas Sickerwasser, die andern sind, soweit man das von außen beurteilen kann, überhaupt trocken. Eine Wasserwirkung von außen her, etwa durch Schlagregen, könnte nie Höhlungen erzeugen, die sich gegen innen erweitern. Es wäre auch nicht einzusehen, warum ein Schlagregen nur an einzelnen Punkten angreifen und benachbarte Gesteinsflächen, die ebenso hart oder ebenso weich sind, verschonen sollte. Bohrende Wirkung von Organismen ist ganz ausgeschlossen. Auch Reste etwa aus dem Tertiär

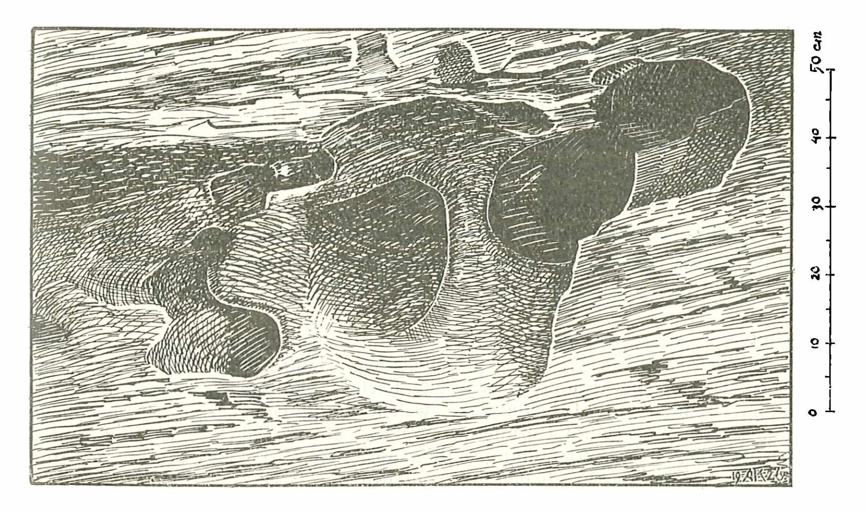


Fig. 2. Windlöcher aus der Felsgruppe Kogellochwiese, aus der großen Kluftgasse. Zeichnung nach einem Lichtbild.

(Bohrlöcher von Seeigeln) kommen nicht in Betracht. Ich wüßte keine andere Ursache zu nennen als die Windkorrasion.

Ich bin mir sehr genau bewußt, daß diese Methodik der Ausschließung des Unmöglichen noch keine sichere Erklärung der letzten Möglichkeit bietet. Eine solche wäre nur durch experimentelle Nachahmung des Vorganges zu erbringen (die Beobachtung der heutigen Verhältnisse kann ja nie ganz die Wirkung diluvialer Stürme vor Augen führen!), und eine solche ist mir auf absehbare Zeit nicht möglich.

Auffallend ist die Tatsache, daß die Windlöcher sich weniger an den freien Außenwänden der Felsöfen befinden als in den engen Kluftgassen, in Nischen unter Überhängen usw. (Fig. 1, *f*, *g*, *h*, *i*), also an lauter Stellen, wo der Wind zu Wirbelbildungen, und zwar immer zu denselben, veranlaßt worden sein mag. Oft tritt eine Zahl von solchen Löchern wohl an heute exponierten Wänden auf, aber die

Frischheit der Wand und andere Umstände zeigen deutlich, daß hier vor nicht zu langer Zeit noch ein Nachbarblock gestanden ist, der heute schon aufgearbeitet und verschwunden ist (z. B. Hansbauer-Steinofen, Wiel).

K. Futterer beschreibt (15, zitiert nach Obst) ähnliche Windwirbel aus den Ruinen des Heidelberger Schlosses, die, durch das Eindringen des Sturmes durch schmale Öffnungen erzeugt, bis 15 *cm* tiefe Löcher gebohrt haben.

In den Wirbeln eines Sturmes nehmen alle Fremdkörper eine zentripetale Bewegung an, sie sammeln sich in der Achse der Wirbelwalze. So erklärt sich die lokale, fast punktförmige Wirkung eines wirbelnden Sandsturmes, der die Körner an einigen wenigen Stellen zur Schleifarbeit versammelt.

Der Wind, der durch die Klüfte stürmt, wird also durch verschiedene Hindernisse in einzelne Wirbel zerlegt, die an wenigen, aber jedesmal an denselben Stellen sich in das Gestein einbohren. Nun arbeitet der Wind, heute wenigstens, mit sehr geringen Sandmengen, und schon aus diesem Grunde müßte man ein sehr hohes Alter der Lochbildungen annehmen.

Es ergibt sich also die größte Ähnlichkeit mit Ausnagungsformen der Wüste. Nur ein Vergleich: H. Cloos berichtet (1) über solche Formen aus dem Namalande und sagte u. a. (p. 56):

»Im kleinen wiederholen die Rinnen und Gruben fast vollkommen die Strudeltöpfe, Nischen und Öfen, welche geröllbeladene Gebirgsbäche in feste Felsbänke eingraben. Die weiche Abrundung der Seitenflächen, sanft geschwungene Kanten und schraubige Drehungen der Erosionswege, welche an die Gänge von Schneckenhäusern oder die Schale einer Haliotis erinnern, sind hier ebenso, aber feiner und in modellmäßiger Kleinheit ausgebildet und gestatten uns, den Wirbelbewegungen der grabenden Sandströme in alle Feinheiten nachzugehen.

Tatsächlich unterscheidet sich ja auch die Bewegung des Sandes im Luftstrom vom Gerölltransport des fließenden Wassers durch nichts als die weniger enge Gebundenheit an die Schwere.«

Ebensogut paßt hieher, was J. Walther über Schleifwirkung (Korrasion) und Abhebung (Deflation) berichtet (17). Es sind schon oft aus europäischen Gebieten Verwitterungsformen beschrieben worden, die einerseits mit Wüstenformen, anderseits mit den Kleinformen unseres Arbeitsgebietes große Ähnlichkeit haben.

O. Clerc beschreibt in seinem Exkursionsführer (5) aus der Umgebung von Jekatherinburg auffallende Felsgruppen. Es handelt sich um einen gutgebankten plattigen Granit, der in typischen Felsöfen herauswittert. Das Bild auf Tafel *A* (a. a. O.) könnte ebensogut aus der Koralpe stammen, so groß ist die Übereinstimmung. Diese »Steinzelte« zeigen auch Lochbildungen, die allerdings nur teilweise mit denen unserer Steinöfen verglichen werden können. Teilweise handelt es sich um Frostverwitterung mit Absanden (3). Ein anderer Teil dieser Löcher hat aber große Ähnlichkeit mit den oben beschriebenen (z. B. a. a. O., Tafel *B*, Fig. 2), nur sind natürlich durch das mehr bröselige Auswittern des Granits viel weichere Formen entstanden. In diesen Löchern hat man paläolithische und jüngere Keramiken usw. gefunden, ein Hinweis auf das hohe Alter. Diese Funde haben Clerc zu der irrigen Deutung dieser Löcher als prähistorischer Menschenwerke geführt.

Formen von auffallender Ähnlichkeit finden sich in den schlesisch-böhmischen Kreideablagerungen. Die vereinzelten Felstürme des Quadersandsteines sind ja nichts wesentlich anderes als unsere Felsöfen. Verschiedenheiten, insbesondere im Reichtum und der Mannigfaltigkeit der Kleinformen, sind auf das petrographisch ganz anders als unsere Gneise geartete Gestein zurückzuführen. Handelt es sich doch dort um einen mehr minder einheitlichen Quarzsandstein, der nur im Vergleich zu seiner Umgebung, den weichen Plänermergeln usw., verhältnismäßig hart erscheint, bei uns dagegen um Gesteine, die eine ausgesprochene plattige Struktur haben, die auch absolut zu den widerstandsfähigsten Gesteinen gerechnet werden müssen.

E. Obst hat (11), einer Anregung Passarges folgend, die Verwitterungsformen der Quadersandsteine eingehend untersucht und beschrieben. Uns kümmern hier hauptsächlich die eigenartigen kugeligen Hohlräume, die oft nur durch eine sehr kleine Öffnung mit der Außenwelt verbunden sind. Obst ist nun, zum Teil mit Benützung älterer Angaben, besonders auch der Beobachtungen aus Steppen und Wüstengebieten sowie der Arbeit von Beck (10), zu dem Schlusse gekommen, es könne sich hier nur um Windformen handeln, im Gegensatz zur älteren Ansicht Hettners (6), der diese Formen durch Wirkung des Sickerwassers erklären wollte.

Da die heutigen Winde, behindert durch die Vegetation, keine so heftige Wirkung ausüben könnten, so müsse man, meint Obst, die Entstehung dieser Hohlformen in das Steppenklima der Eiszeit zurückverlegen. Die Arbeit Obst's hat einen lebhaften Meinungsaustausch mit Hettner (12, 13) hervorgerufen, in dem schließlich auch Passarge das Wort ergriff und im wesentlichen die Ansichten seines Schülers bestätigte (14).

Wir verzichten hier darauf, auf das ältere, schon von Obst verarbeitete Schrifttum einzugehen.

Wenn auch die Beweisführung von Obst zunächst nur negativer Art ist, indem er der Reihe nach verschiedene natürliche Einflüsse als unmöglich ausschaltet, so muß ich mich doch seiner Ansicht über die Entstehung der Kleinformen vollkommen anschließen. Löcher, die durch mechanische oder chemische Wirkung des Sickerwassers entstanden sind, müssen sich gegen außen stetig erweitern (vgl. 11, Fig. 5). Derartige rundliche Löcher aber, wie sie hier in Frage stehen, könnten vom Wasser nur im Gefolge eines ganzen Höhlensystems, einer Karstbildung entstehen. Sonst sind mir ähnliche Löcher nur durch die Wirkung von Organismen bekannt. Vgl. oben.

Meine Beobachtungen stimmen mit denen von Obst auch darin überein, daß alle diese Löcher leer, ohne Reste von Sand usw. sind. Wo sie von Moospolstern oder Flechten erfüllt sind, können diese Pflanzen nur als Hindernisse, nicht aber als erzeugende Ursache angesehen werden.

Die Studien von D. Häberle (9) über Kleinformen der Verwitterung im Buntsandstein des Pfälzerwaldes sind gegen Obst ins Treffen geführt worden, meines Erachtens mit Unrecht. Es handelt sich dort um ein anderes Gestein mit typischen Infiltrationserscheinungen des Sickerwassers, um Absanden und andere Erscheinungen, die im Quadersandstein zurücktreten.

A. Rathsburg hat (7) unter dem Einfluß Hettners eine Widerlegung Obst's unternommen und ist auf einem vermittelnden Standpunkt verblieben, soweit er nicht einfach — unberechtigterweise — die mikroskopischen Befunde Häberle's im Buntsandstein auf den Quadersandstein überträgt. Die Ähnlichkeit der Formen bedingt eben noch lange nicht die Gleichheit der Ursachen. Im übrigen lehnt er das hohe Alter dieser Groß- und Kleinformen zum Teil ab und will der Wirkung des Sickerwassers einen größeren Einfluß zugestehen.

Für unser Gebiet ergibt sich — bei aller Vorsicht des Vergleiches — für die besprochenen Löcher gemeinsamer Ursprung durch Windkorrasion und — ob jetzt Diluvium oder nicht — ein sehr hohes Alter. Damit soll nicht gesagt werden, daß alle Formen beider Vergleichsgebiete gleicher Entstehung sind.

Auffallend sind an den Felsöfen längliche, bis 20 *cm* tiefe Löcher, die mit der Außenwelt nur durch eine bleistiftdicke Öffnung in Verbindung stehen. Sie scheinen auf besonders weiche Schichtlagen beschränkt zu sein. Auch sie kann ich mir nicht gut anders als durch Windwirkung erklären. Wie schon in einem früheren Abschnitt näher ausgeführt, sind die Lochbildungen auf die Wetterseite beschränkt, was deutlich genug zeigt, daß die Lochbildung eine Funktion des Windes ist.

Rinnen, Leisten u. dgl.

Alle Felsen zeigen übereinstimmend ein Herauswittern härterer Bänke durch raschere Zerstörung der weicheren Lagen. Über diese selbstverständliche und allbekannte Erscheinung ist kein Wort weiter zu verlieren. Erwähnt sei nur, daß diese Spalten so tief werden (30 *cm* bei einer Dicke, beziehungsweise Höhe von nur 1 bis 2 *cm*), daß auch hier wenigstens für die inneren Teile Windwirkung angenommen werden muß. Auch die Ausräumung der senkrechten Klüfte durch Regen, Frost und Wind bedarf keiner näheren Beschreibung.

Altersfrage.

Wir finden Öfen mit Windlöchern in so tiefen und dicht bewaldeten Teilen des Gebirges (z. B. der große Ofen, Punkt 987, beim Parfußwirt auf dem Weg Trahütten—Glashütten), daß wir uns eine Entstehung unter heutigen Umständen kaum vorstellen können. Wir müssen wohl oder übel ein eiszeitliches Alter annehmen. Im Schutze der Vegetation haben sich diese Löcher eben erhalten. Deswegen brauchen natürlich nicht alle Lochbildungen so alt zu sein. In den oberen, ungeschützten Gebirgsteilen können sich ja noch in jüngerer Zeit die gleichen Windlöcher usw. gebildet haben. Die Annahme eines eiszeitlichen Alters bringt dann den großen Vorteil, daß ganz andere Windstärken und größere Flugsandmengen zur Verfügung stehen.

Für die oben zitierten Öfen von Jekatherinburg (5) und ihre Löcher ist ein hohes Alter bezeugt. Haben doch schon die paläolithischen Menschen ihre Schätze darin versteckt. Auch Högbom ist der Ansicht, es stammten die (mit unseren Formen allerdings nur sehr mit Vorsicht zu vergleichenden) »Teller, Schüsseln und Wannen des Riesengebirges vielleicht aus dem Diluvium, und der Wind des Steppenklimas habe bei der Ausräumung mitgewirkt«. Högbom erklärt übrigens die Hohlräume im Riesengebirgsgranit hauptsächlich durch Frostwirkung.

Abschuppung.

Auf der Südseite, für die Sonnenwirkung die »Wetterseite«, lösen sich an senkrechten Wänden, also quer zur Schieferung des Gneises, große, aber meist nur 3 bis 5 *mm* dicke Platten los. Es ist eine typische Abschuppung (Desquamation), die also keineswegs auf tropische Klimate beschränkt ist. Übrigens habe ich die gleichen

Bildungen an Gneiswänden des Kamptals in Niederösterreich bemerkt. Für die Herausbildung der Großformen hat diese untergeordnete Erscheinung keinerlei Bedeutung.

Zusammenfassung.

Die »Felsöfen« sind die herausgewitterten Reste besonders harter Gesteinsbänke. Ihre Großformen entstehen durch die eigentümliche Differenzierung der Verwitterungsvorgänge in Stellen eines langsamen und solche eines ungleich schnelleren Abtrages. Deren erste Ursache ist der verschiedene Abstand der Klüfte. Für die Großformen liegen keinerlei Hinweise auf ihre Altersstellung vor. Ein Teil der sehr eigentümlichen Kleinformen wurde als Windbildung erkannt. Aus einer Reihe von Überlegungen folgt für sie ein sehr hohes, wohl eiszeitliches Alter, damit natürlich auch für die Großformen.

Unsere Studien betreffen zunächst nur das Koralpengebiet, doch werden sie sich mit geringen Änderungen auch für andere Teile der Alpen, mindestens für den ganzen unvergletscherten Teil der östlichen Randgebirge erweitern lassen.

Anhang.

Name und volkskundliche Bedeutung der Steinöfen.

Es ist mir nicht gelungen, weder von Gebirgsbewohnern noch in den sprachlichen Handbüchern, eindeutige und glaubwürdige Auskunft über den Namen der »Öfen« zu erhalten. Jedenfalls stimmen die Wörterbücher von Grimm, Schmeller, Unger-Khull usw. darin überein, daß mit »Ofen« sowohl die Vollform als auch Hohlformen gemeint sind. Der »Steirische Wortschatz« von Unger-Khull bringt die Bedeutungen besonders übersichtlich:

1. Allgemeine Bedeutung (Feuerstätte).
2. Glattwand im Hochgebirge, Felswand.
3. Nische in Felswänden, in der bei schlechtem Wetter die Gemsen Unterstand suchen.
4. Vereinzelt stehender großer Fels im Hochgebirge.

Der Ausdruck »Ofen« ist in den genannten Wörterbüchern aus ziemlich alten Quellen belegt.

Wenn ich als Laie auf diesem Gebiet meine Meinung äußern darf, so ist der Vergleich einzelstehender Felsen mit Öfen darin begründet, daß besonders früher der steingemauerte Ofen (meist Backofen) abseits vom (hölzernen) Hause frei stand. Auch heute noch werden oft, wo Kachelöfen zu teuer sind, abseits vom Hause freistehende Öfen zum Brotbacken oder zum Kochen von Schweinefutter aus Bruchsteinen errichtet. So lag der Vergleich dieser künstlichen Felshügel mit den natürlichen recht nahe.

Jedes Volk wählt eben den Vergleich, der ihm aus seiner Anschauungswelt besonders naheliegt. So heißen dieselben Felsbildungen im Gouvernement Perm »Steinzelte (Kamennýia palátki)«.

Gelegentlich wurde mir als Begründung genannt, daß ja diese Felsöfen mit ihren Überhängen und Nischen im Almgebiet allgemein zu Feuerstätten verwendet werden, weil sie auf den weiten Almwiesen die einzigen wind- und regensicheren Stellen bieten. Ich glaube nicht, daß diese Auffasung der Entstehung des Namens entspricht.

Die Namen der Steinöfen sind immer Doppelnamen:

a) nach dem Grundbesitzer,
z. B. Hansbauersteinofen (Wiel), Stoffofen,
Waldpeterofen (Schwaig), Weißofen,
Bärensteinerofen (Brandl), Höniofen,
Schönerofen (nördlich Wildbachalm);

b) nach Form und Aussehen,
z. B. Steinmanndl,
Steinschober,
Struggelofen (Strudelofen, nach der Ähnlichkeit mit einer blätterigen Mehlspeise);

c) nach einer Sage,[1]
z. B. Teufelsstein,
Teufelsofen,
Teufelstürl,
Kindfelsen (Wiel),
Everlfelsen (Gradisch);

d) Flurnamen, nach Tier- und Pflanzenwelt,
z. B. Gaisofen, Heataofen,
Rabenofen,
Heuofen,
Sauofen.

Dies ist natürlich nur eine kurze Andeutung dessen, was hier vorhanden ist. Eine genauere volkskundliche Durchforschung würde noch viele interessante Zusammenhänge zutage fördern.

Wien, im Oktober 1926.

---

[1] Ich habe an anderer Stelle (24) zu zeigen versucht, mit welch automatischer Sicherheit die psychologischen Vorgänge ablaufen, die vom Naturerlebnis zur Sagenbildung führen. Im vorliegenden Falle handelt es sich um wenige Formen, die immer wiederkehren:

1. Teufelssteine (meist Wette des Teufels, Nacht ein Bauwerk aufzuführen, was ihm nicht gelingt).

2. Untergangssagen. Menschen und deren Habe, zur Strafe für einen Frevel (Sonntagsarbeit, Übermut und Verschwendung) versteinert. Typus der Frau-Hitt-Sage. (Die »12 Hochzeiter« auf der Saualpe, die »7 Heuwagen« auf der Stubalpe usw.)

3. Vergrabene Schätze.

4. Angebliche Fußstapfen im Gestein (»Frauentritt« usw.).

Es ist hier nicht der Platz, einzelne Sagen ausführlich anzuführen. Einige bei Graber, Sagen aus Kärnten (3. Aufl., 1921), Nr. 126, 128, 163.

Nachtrag (März 1927).

In einer neuen Arbeit (26) bezieht sich Aigner auf Paschinger's Studie über Doppelgrate (27) und sagt (a. a. O., p. 192): »So halte ich die obenerwähnten Ebenheiten mit den Felskanzeln am Kamm vom Koralpenspeik zur Frauenalpe für ein Ergebnis dieses Vorganges und sehe in den Felsenkanzeln Reste eines Doppelgrates.«

Dieser Auffassung kann ich mich nicht anschließen. Die Sachlage am Frauenkogel, daß die Felsöfen nicht in der Firstlinie des breiten Kammes liegen, sondern am Rand der Abflachung, wiederholt sich zwar an mehreren Stellen, ist aber eben nur darauf zurückzuführen, daß sich eine Felskanzel aus einem Steilhang leichter entwickelt als auf einer mehr flachen Unterlage. Die Mehrzahl der Felsöfen, beziehungsweise Kanzeln liegt auf Kämmen, an denen von einer Gratverdoppelung keine Spur bemerkbar ist (Jaukkamm, Krengefälle, Ochsenwald usw.), abgesehen davon, daß die Felsöfen oder Kanzeln auch in tieferen Lagen vorkommen, wo die obige Erklärung nicht zutreffen kann.

Schriftenverzeichnis.

1. H. Cloos, Wind und Wüste im deutschen Namalande. Neues Jahrb. f. Min. usw., Beil.-Bd. **32,** 1911, p. 49.

2. P. Kessler, Über Lochverwitterung und ihre Beziehungen zur Metharmose (Umbildung) der Gesteine. Geol. Rundschau, **12,** 1922, p. 237.

3. B. Högbom, Über die geologische Bedeutung des Frostes. Bull. Geol. Inst. Upsala, **12,** 1914, p. 257.

4. P Deutsch, Die Niederschlagsverhältnisse Mur-, Drau- und Savegebiet. Geogr. Jahresber. aus Österreich, **6,** Wien 1907.

5. O. Clerc, La ville d'Ekathérinbourg et quelques-uns de ses remarquables au point de vue d'archéologie préhistorique. Guide des excursions du VII. Congrès Géol. Int. Petersbourg 1897 Heft. 7

6. A. Hettner, Gebirgsbau und Oberflächenbildung in der Sächsischen Schweiz. Forschungen z. Deutschen Landes- und Volkskunde, **2,** Heft 4, Stuttgart 1887

7. A. Rathsburg, Zur Morphologie des Heuscheuergebirges. Ber. d. Naturf. Gesellsch. Chemnitz, **18,** 1912, p. 119.

8. A. Penck, S. Passarge, Solger, Diskussion über Wüstenformen unserem Klima. Verhandl. d. 17 Deutschen Geographentages, Lübeck 1909.

9. D. Häberle, Über Kleinformen der Verwitterung im Hauptbuntsandstein des Pfälzerwaldes. Verhandl. d. Medizin. Naturhist. Vereines Heidelberg, **11,** 1912, p. 166.

10. R. Beck, Über die korradierende Wirkung des Windes im Gebietes des Quadersandsteines der Sächsischen Schweiz. Zeitschr. d. Deutschen Geol. Ges., 1894.

11. E. Obst, Die Oberflächengestaltung der schlesisch-böhmischen Kreideablagerungen. Mitteil. d. Geogr. Ges. Hamburg, **24,** 1909.

12. A. Hettner, Wüstenformen in Deutschland? Geogr. Zeitschr., **16,** 1910.

13. E. Obst, Bemerkungen zu A. Hettners »Wüstenformen in Deutschland?«. Geogr. Zeitschr., **17,** 1911, p. 337.

14. S. Passarge, Wüstenformen Deutschland? Geogr. Zeitschr., **17,** 1911, p. 578.

15. K. Futterer, Über Windkorrasion am Heidelberger Schloßturm. Mitteil. d. Großherz. Badischen Geol. Landesanstalt, Heidelberg 1899, **3,** p. 471.

16. W. Lozinski, Über die mechanische Verwitterung der Gesteine im gemäßigten Klima. Bull. Internat. de l'acad. d. sciences de Cracovie, classe math. et nat., 1909, I, p. 1.

17. J. Walther, Das Gesetz der Wüstenbildung. 4. Aufl., Leipzig 1924.

18. A. Kieslinger, Zur Hydrographie der Koralpe. Mitteil. d. Geogr. Ges., Wien 1926. (Im Druck.)

19. — Die Frauenluken in der Soboth als Beispiel einer tektonischen Höhle. Speläologisches Jahrbuch, **7**, Wien 1927.

20. — Vorläufiger Bericht über geologisch-petrographische Untersuchungen in der südlichen Koralpe. Akad. Anzeiger Nr. 23, 1924.

21. — Aufnahmsbericht über Blatt Unterdrauburg. Verhandl. d. Geol. Bundesanst., Wien 1926.

22. — Geologie und Petrographie der Koralpe I. Sitzungsber. d. Wiener Akad. math.-naturw. Kl., **135**, 1926 und 1927.

23. — Der Bergsturz am Burgstallkogl bei Lavamünd. Mitteil. d. Geogr. Ges., Wien, **68**, 1925, Heft 7 12.

24. — Untersuchungen über die Entstehung von Volkssagen. Wiener Zeitschr. f. Volkskunde, **31**, 1926.

25. A. Winkler, Über jungtertiäre Sedimentation und Tektonik am Ostrand der Zentralalpen. Mitteil. d. Wiener Geol. Ges., **7**, 1914, p. 256.

26. A. Aigner, Die geomorphologischen Probleme am Ostrand der Alpen. Zeitschr. f. Geomorphologie, **1**, 1925 26.

27. V. Paschinger, Doppelgrate auf Kärntner Bergen. Carinthia II, **112 113**, 1923, p. 8.